

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 2 月 6 日
Date of Application:

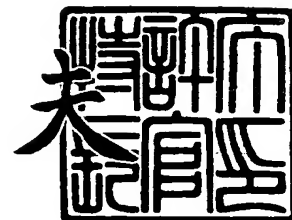
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 2 9 5 6 0
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 0 2 9 5 6 0]

出 願 人 株式会社東芝
Applicant(s): J S R 株式会社

2 0 0 3 年 9 月 2 5 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 A000204866

【提出日】 平成15年 2月 6日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 21/00

【発明の名称】 研磨布および半導体装置の製造方法

【請求項の数】 11

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株式会社東芝横浜事業所内

【氏名】 南幅 学

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株式会社東芝横浜事業所内

【氏名】 豎山 佳邦

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株式会社東芝横浜事業所内

【氏名】 矢野 博之

【発明者】

【住所又は居所】 東京都中央区築地 2 丁目 1 1 番 2 4 号 ジェイエスアール株式会社内

【氏名】 河村 知男

【発明者】

【住所又は居所】 東京都中央区築地 2 丁目 1 1 番 2 4 号 ジェイエスアール株式会社内

【氏名】 長谷川 亨

【特許出願人】

【識別番号】 000003078

【氏名又は名称】 株式会社 東芝

【特許出願人】

【識別番号】 000004178

【氏名又は名称】 ジェイエスアール株式会社

【代理人】

【識別番号】 100058479

【弁理士】

【氏名又は名称】 鈴江 武彦

【電話番号】 03-3502-3181

【選任した代理人】

【識別番号】 100091351

【弁理士】

【氏名又は名称】 河野 哲

【選任した代理人】

【識別番号】 100088683

【弁理士】

【氏名又は名称】 中村 誠

【選任した代理人】

【識別番号】 100108855

【弁理士】

【氏名又は名称】 蔵田 昌俊

【選任した代理人】

【識別番号】 100084618

【弁理士】

【氏名又は名称】 村松 貞男

【選任した代理人】

【識別番号】 100092196

【弁理士】

【氏名又は名称】 橋本 良郎

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011567

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9705037

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 研磨布および半導体装置の製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 平均径0.05 μm 以上290 μm 以下の空孔および凹部形成材の少なくとも一方からなる領域0.1体積%以上5体積%以下と、残部有機材料とからなることを特徴とする研磨布。

【請求項2】 100MPa以上600MPa以下の圧縮弾性率を有することを特徴とする請求項1に記載の研磨布。

【請求項3】 前記領域を、1体積%以上4体積%以下有することを特徴とする請求項1または2に記載の研磨布。

【請求項4】 前記領域の平均径は、1 μm 以上100 μm 以下であることを特徴とする請求項1ないし3のいずれか1項に記載の研磨布。

【請求項5】 前記有機材料は、1, 2-ポリブタジエン樹脂、エチレン-酢酸ビニル共重合体、ポリエチレン、ポリエステル系樹脂、ジエン系エラストマー、ポリオレフィン系エラストマー、スチレン系ブロック共重合体エラストマー、熱可塑性ポリウレタン系エラストマー、共役ジエン系ゴム、エチレン- α -オレフィン系ゴム、およびウレタン系樹脂からなる群から選択される少なくとも1種を含むことを特徴とする請求項1ないし4のいずれか1項に記載の研磨布。

【請求項6】 前記凹部形成材は、水溶性固形物であることを特徴とする請求項1ないし5のいずれか1項に記載の研磨布。

【請求項7】 前記水溶性固形物は、デキストリンおよびシクロデキストリンからなる群から選択される少なくとも1種であることを特徴とする請求項1ないし6のいずれか1項に記載の研磨布。

【請求項8】 半導体基板上に被処理膜を形成する工程と、
前記被処理膜にスラリーを供給して研磨布により研磨処理を施す工程とを具備し、

前記研磨布は、母材と、この母材中に0.1体積%以上5体積%以下で分散された平均径0.05 μm 以上290 μm 以下の空孔および凹部形成材の少なくとも一方からなる領域とを具備し、前記母材の前記被処理膜に対向する主面の粗さ

は $5\ \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 9】 前記被処理膜は、前記半導体基板上に設けられた凹部を有する絶縁膜上に堆積された導電膜であり、

前記被処理膜は、前記研磨処理により前記凹部に埋め込まれて埋め込み配線層を形成することを特徴とする請求項 8 に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 10】 前記絶縁膜は、比誘電率が 2.5 未満の第 1 の絶縁膜を形成する工程と、この第 1 の絶縁膜上に比誘電率が第 1 の絶縁膜より大きい第 2 の絶縁膜を形成する工程とにより形成されることを特徴とする請求項 9 に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 11】 前記被処理膜を形成する前に、前記半導体基板に溝を形成する工程をさらに具備し、前記被処理膜は、前記半導体基板上に堆積された絶縁膜であり、前記被処理膜は、前記研磨処理により前記溝内に埋め込まれて埋め込み絶縁膜を形成することを特徴とする請求項 8 に記載の半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、研磨布および半導体装置の製造方法に係り、特に、CMP (Chemical Mechanical Polishing) に用いられる研磨布およびこれを用いた半導体装置の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、LSI の高集積化に伴って配線の微細化が急速に進み、そのデザインルールは $0.1\ \mu\text{m}$ 未満となりつつある。これに加えて、配線 RC の遅延を緩和するためには新材料の導入が必須とされ、現在、導電材料としては低抵抗の Cu ($\rho: 1.8\ \mu\Omega\text{cm}$)、絶縁材料としては低誘電率 ($k: < 2.5$) の絶縁膜が用いられようとしている。

【0003】

Cu 配線は、CMP を用いて絶縁膜中に埋め込まれ、ダマシン配線として形成されるのが主流である。CMP においては、通常はスラリーを被研磨面に供給し

、研磨布を被研磨面に当接して回転させることによって研磨が行なわれる。このとき研磨布の表面に保持されるスラリーの量、およびスラリー中に含有される研磨粒子の粒径は、研磨特性に大きく影響を及ぼす。

【0004】

例えば、粗大な研磨粒子を含有するスラリーを用いて研磨が行なわれると、研磨後の表面にはスクラッチが生じる。現在、ゾルゲル法を用いて生成されたコロイダルシリカの一次粒子径は、 $0.02\mu\text{m}$ ($1\sigma:0.005\mu\text{m}$) と制御されているものの、こうしたコロイダルシリカを溶媒に分散してなるスラリーを放置した場合、条件によっては粒子が凝集して、最大で $10\mu\text{m}$ 以上の粗大な二次粒子に成長することがある。実質的には、 $1\mu\text{m}$ 程度の粗大粒子がスラリー中に存在するとスクラッチへの影響は甚大である。

【0005】

研磨粒子を含有しないスラリーを用いてCMPが行なわれる場合でも、半導体基板からのはがれ、ダスト、および反応生成物などが μm オーダーの大きさとなると、スクラッチを生じさせる要因となることが考えられる。

【0006】

いずれの場合も、研磨後の表面に生じたスクラッチは、配線ショートの原因となって半導体装置の誤動作を引き起こすおそれがある。このため、研磨に寄与する小さい粒子および有効粒子のみを研磨布表面に保持して、必要以上に粒径の大きな粗大粒子や、ダストなどキズを生じさせる因子は、速やかに研磨布表面から排除することが求められている。

【0007】

また、Cu等の導電材料が埋め込まれる低誘電率の絶縁膜は、多くの場合、有機成分を含有する疎水性材料である。導電材料を埋め込んで低誘電率絶縁膜の表面を露出する際には、研磨摩擦が大きくなるために膜はがれも生じやすい。はがれた物質は、スラリー中の粗大粒子と同程度に大きな寸法を有して、研磨後の表面にスクラッチを引き起こす原因となる。しかも、疎水性材料は粗大粒子を吸着しやすいため、より激しくスクラッチを生じたり、それを核として膜剥がれが生じるおそれがある。

【0008】

軟質研磨布を用いることによってスクラッチを低減することができるものの、この場合には、エロージョン 300 \AA 以下という厳しい半導体デザインルールを満たすことが困難となる。このため、圧縮弾性率が 150 MPa 以上の硬質研磨布が使用されている。

【0009】

従来の硬質研磨布は、例えば IC1000（ロデール・ニッタ社）などのように、低エロージョンに主眼が置かれたものが多い（例えば、特許文献1、特許文献2、特許文献3および特許文献4参照）。これらにおいては、研磨布の母材に対して5体積%を越える空孔もしくは水溶性固形物を含有させることによって、研磨粒子の保持を達成している。

【0010】

また、単位面積における大小の空孔の個数を規定した研磨布も提案されている（例えば、特許文献5参照）。この文献では、平均孔径が 0.3 mm 以上単独発泡の個数を $1 \text{ 個}/\text{cm}^2$ 以上とし、 0.1 mm 以下の単独発泡の個数を $100 \text{ 個}/\text{cm}^2$ 以下と規定している。

【0011】

こうした研磨布を用いて研磨を行なった場合には、いずれも研磨後の表面におけるスクラッチを十分に低減することが困難であった。

【0012】

なお、砥粒を含有する研磨布においては、砥粒の分散性を高めて安定した研磨性能を得るために、空隙の占める割合を5体積%以上と規定することが提案されている（例えば、特許文献6参照）。固定砥粒研磨布であるので、スラリーではなく水のみを供給して研磨が行なわれる。したがって、これにおいては、研磨布の表面に保持されるスラリーの量や、スラリーとの相互作用は考慮されておらず、その必要もない。

【0013】

【特許文献1】

特開 2000-33552 号公報

【0014】

【特許文献2】

特開2001-334455号公報

【0015】

【特許文献3】

特開2000-354966号公報

【0016】

【特許文献4】

米国特許第5,976,000号公報

【0017】

【特許文献5】

特開2001-244223号公報

【0018】

【特許文献6】

特開2002-103234号公報

【0019】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、スクラッチおよびエロージョンを低減しつつ、高い研磨速度で被研磨面を研磨可能な研磨布、およびこれを用いた半導体装置の製造方法を提供することを目的とする。

【0020】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、本発明の一態様は、平均径0.05 μ m以上290 μ m以下の空孔および凹部形成材の少なくとも一方からなる領域0.1体積%以上5体積%以下と、残部有機材料とからなることを特徴とする研磨布を提供する。

【0021】

また本発明の他の態様は、半導体基板上に被処理膜を形成する工程と、前記被処理膜にスラリーを供給して研磨布により研磨処理を施す工程とを具備

し、

前記研磨布は、母材と、この母材中に 0.1 体積%以上 5 体積%以下で分散された平均径 0.05 μm 以上 290 μm 以下の空孔および凹部形成材の少なくとも一方からなる領域とを具備し、前記母材の前記被処理膜に対向する主面の粗さは 5 μm 以下であることを特徴とする半導体装置の製造方法を提供する。

【0022】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態を説明する。

【0023】

本発明者らは、研磨布上に供給されたスラリーを効率よく被処理基板に適用して、スクラッチを低減しつつ研磨を行なうには、研磨布の母材中に分散される空孔および／または凹部形成材からなる機能付与領域の割合および平均径に、最適な範囲が存在することを見出した。なお、分散とは、空孔および／または凹部形成材が凝集せずに、本来の個々の寸法を実質的に維持して母材中に存在していることをさす。また、凹部形成材とは、研磨中に水に接触することにより溶解して、研磨布の表面に凹部を形成する水溶性固形物である。この場合、研磨布表面の凹部は水溶性固形物跡ということができ、研磨布の内部には、水溶性固形物が維持される。

【0024】

所定の割合とすることによって、空孔および／または水溶性固形物は、次のような機能を研磨布に付与することができる。空孔は、研磨布の表面においてスラリーの保持を確実にし、適切な柔軟性を付与する。水溶性固形物のうち、研磨布の表面に存在するものは、前述の空孔と同様に機能し、研磨布の内部に存在するものは、研磨布に適切な硬さを付与する。

【0025】

図1は、研磨布の断面および表面の状態を模式的に示す断面図である。図1 (a) および図1 (b) は、それぞれコンディショニングの前および後の状態である。

【0026】

図1 (a) に示されるように、有機材料からなる母材10中には空孔および／または水溶性固形物からなる機能付与領域11が分散されている。研磨布の表面は、こうした機能付与領域11に起因して生じる段差12とフィールド部13とにより構成され、段差12の高さおよび密度は、分散される機能付与領域11の大きさおよび密度に依存する。フィールド部13は、研磨中に被処理膜に対向する母材の主面ということができる。

【0027】

研磨布のコンディショニングを行なうことによって、フィールド部13の表面には、図1 (b) に示されるように微細な粗さが生じる。研磨布の表面粗さR_aは、通常5 μ m以下、好ましくは1～3 μ mの範囲内である。コンディショニングが行なわれない場合には、研磨布の表面粗さR_aは0.05 μ m以下と小さく、この場合にはスラリーを十分に保持することが困難となる。スラリーの種類にかかわらず、コンディショニング後の研磨布の表面粗さR_aは上述した範囲であることが望まれる。すなわち、研磨粒子を含まないスラリーが用いられる場合も、研磨布表面を親水性としてスラリーとの相互作用を高めるために、表面粗さR_aを5 μ m以下とすることが好ましい。

【0028】

特に研磨粒子を含有するスラリーが用いられる場合、粗大な研磨粒子を保持しやすい研磨布は、研磨後の表面にスクラッチを生じさせやすい。例えば、過剰の空孔または水溶性固形物が存在する研磨布がこれに相当する。粗大粒子の滞留サイトが表面に存在する研磨布、具体的には、0.3mm以上の独立発泡が存在する研磨布もまた、スクラッチを低減することが困難となる。

【0029】

本発明の実施形態にかかる研磨布においては、母材中に分散されるのは、所定の平均径を有する空孔および／または水溶性固形物からなる機能付与領域であり、砥粒は存在しない。平均径0.05 μ m以上290 μ m以下の空孔および／または水溶性固形物からなる機能付与領域0.1体積%以上5体積%以下と規定し、残部は有機材料のみで構成しているので、研磨後の表面のスクラッチを低減することが可能となった。

【0030】

水溶性固形物の平均径は、含有される水溶性固形物粒子の平均径であり、空孔の平均径は、研磨布の表面あるいはカッターなどで切断して得られた断面を、SEM観察して測定された値である。

【0031】

母材は、所定の形状に成形するのが容易であり、適切な硬度および弾性等を付与できることなどから、有機材料の硬化物から構成される。有機材料としては、熱可塑性樹脂、エラストマー、ゴムおよび硬化性樹脂（熱硬化性樹脂、光硬化性樹脂等、熱、光などにより硬化される樹脂）等を、単独でまたは組み合わせて用いることができる。

【0032】

熱可塑性樹脂としては、例えば、1, 2-ポリブタジエン樹脂、エチレン-酢酸ビニル共重合体、ポリエチレン等のポリオレフィン系樹脂、ポリスチレンやABS樹脂等のスチレン系樹脂、ポリアクリル系樹脂、(メタ)アクリレート系樹脂等、ビニルエステル系樹脂（アクリル系樹脂を除く）、ポリエステル系樹脂、ポリアミド系樹脂、ポリフッ化ビニリデン等のフッ素樹脂、ポリカーボネート樹脂、およびポリアセタール樹脂等が挙げられる。

【0033】

エラストマーとしては、例えば、ジエン系エラストマー、ポリオレフィン系エラストマー（TPO）、スチレン-ブタジエン-スチレンブロック共重合体（SBS）およびその水素添加ブロック共重合体（SEBS）等のスチレン系ブロック共重合体エラストマー、熱可塑性ポリウレタン系エラストマー（TPU）、熱可塑性ポリエステル系エラストマー（TPEE）、ポリアミド系エラストマー（TPAE）等の熱可塑性エラストマー、シリコン樹脂系エラストマー、およびフッ素樹脂系エラストマー等が挙げられる。

【0034】

ゴムとしては、例えば、ブタジエン系ゴム（高シスブタジエンゴム、低シスブタジエンゴム等）、イソプレン系ゴム、スチレン-ブタジエン系ゴム、スチレン-イソプレン系ゴム等の共役ジエン系ゴム、アクロロニトリル-ブタジエン系ゴ

ム等のニトリル系ゴム、アクリル系ゴム、エチレンープロピレン系ゴム、エチレンープロピレンージエン系ゴム等のエチレンー α -オレフィン系ゴムおよびブチルゴムや、シリコーンゴム、フッ素ゴム等のその他のゴムが挙げられる。

【0035】

硬化性樹脂としては、例えば、ウレタン系樹脂、エポキシ系樹脂、アクリル系樹脂、不飽和ポリエステル系樹脂、ポリウレタンーウレア系樹脂、ウレア系樹脂、ケイ素系樹脂、フェノール系樹脂、およびビニルエステル系樹脂等が挙げられる。

【0036】

上述したような有機材料は、酸無水物基、カルボキシル基、ヒドロキシル基、エポキシ基、またはアミノ基等により変性されたものであってもよい。変性させることによって、後述する水溶性固形物や、スラリーとの親和性を調節することができる。

【0037】

有機材料は、その一部または全部が架橋された架橋重合体とすることができるが、非架橋重合体でもよい。また、母材は、架橋重合体のみから構成されてもよく、架橋重合体と非架橋重合体との混合物であってもよい。架橋方法は特に限定されず、有機過酸化物、硫黄、硫黄化合物等を用いた化学架橋、あるいは電子線照射等による放射線架橋などにより行なうことができる。

【0038】

「水溶性固形物」における「水溶性」とは、水と接触することにより、母材から遊離することができる性質をさす。したがって、水溶性固形物には、例えば、水溶性高分子等の水に溶解する物質の他、吸水性樹脂等の水との接触により膨潤（ゲル化）し、これにより遊離することのできる物質が含まれる。水溶性固形物は後述するように、通常、所定の大きさに母材中に分散されており、有機系および無機系のいずれを用いてもよい。

【0039】

有機系水溶性固形物としては、例えば、デキストリン、シクロデキストリン、マンニット、糖類（乳糖等）、セルロース類（ヒドロキシプロピルセルロース、

メチルセルロース等)、でんぷん、蛋白質、ポリビニルアルコール、ポリビニルピロリドン、ポリビニルスルホン酸、ポリアクリル酸、ポリエチレンオキシド、水溶性の感光性樹脂、およびスルホン化ポリイソプレン等を挙げることができる。

【0040】

また、無機系水溶性固形物としては、例えば、酢酸カリウム、硝酸カリウム、炭酸カリウム、炭酸水素カリウム、臭化カリウム、リン酸カリウム、および硫酸カリウム等を挙げることができる。

【0041】

有機系および無機系のいずれの水溶性固形物も、水と接触することにより溶解するので、被処理基板を研磨する作用は有していない。

【0042】

母材からの溶出を調整するために、上述したような水溶性固形物にカップリング処理および／またはコーティング処理等を施してもよい。

【0043】

水溶性固形物は、母材との組み合わせに応じて適宜選択し、単独でまたは2種以上の混合物として用いることができる。特に、1, 2-ポリブタジエン樹脂、エチレン-酢酸ビニル共重合体、ポリエチレン、ポリエステル系樹脂、ジエン系エラストマー、ポリオレフィン系エラストマー、スチレン系ブロック共重合体エラストマー、熱可塑性ポリウレタン系エラストマー、共役ジエン系ゴム、エチレン- α -オレフィン系ゴムおよびウレタン系樹脂からなる群から選択される少なくとも1種を母材として用い、デキストリンおよびシクロデキストリンからなる群から選択される少なくとも1種の水溶性固形物を分散させることが好ましい。

【0044】

母材中に水溶性固形物が分散された研磨布は、例えば以下のような手法により作製することができる。まず、母材となる有機材料を溶融しつつ、水溶性固形物を混練することによって研磨布の原料を得る。有機材料の架橋を必要としない場合は、これを冷却し、例えば直径600mmの円形シートに加工することによって、水溶性固形物が分散された研磨布が得られる。

【0045】

一方、有機材料を架橋させる場合には、必要に応じて化学架橋剤などを混練して研磨布の原料に加えてもよい。架橋を必要とする場合は、さらに架橋に必要な所定温度への加熱や放射線照射などを行なって、有機材料の架橋反応を生じさせた後に冷却する。その後、上述と同様に、例えば直径600mmの円形シートに加工することによって、水溶性固形物が分散された研磨布が得られる。

【0046】

スラリーを良好に保持するために、必要により研磨布の表面に溝を形成してもよい。溝の形状は特に限定されないが、螺旋形状、同心円形状、格子形状、複数穴形状、さらにはこれらの複合形状などが挙げられる。溝は、例えば、シートに切削を行なうことにより形成することができる。あるいは、溝を有する型を用いてシートを成型し、シートの成型と同時に表面に溝を形成してもよい。

【0047】

以下に、有機材料としてペルブレンS-2001（熱可塑性ポリエステルエラストマー：東洋紡績株式会社製）を用い、水溶性固形物としては、種々の平均径のデキシーパール（水溶性固形物 β -シクロデキストリン：横浜国際バイオ研究所製）を用いて研磨布を作製した例を説明する。

【0048】

まず、ペルブレンS-2001を210℃で加熱溶解しつつ、水溶性固形物としてのデキシーパールを下記表1に示すような処方で配合して混練し、研磨布原料を得た。これを冷却して直径600mmの円形シート状に加工して、No. 1～32の研磨布を作製した。さらに、水溶性固形物を加えない以外は前述と同様の手法により、No. 33の研磨布を得た。

【0049】

また、平均粒径20 μ mの空孔が3体積%の割合で分散されたポリウレタン製の研磨布をNo. 34として準備した。

【0050】

No. 1～34の研磨布の圧縮弾性率は、いずれも約300MPaであった。

【0051】

【表 1】

表 1

研磨布 No.	水溶性固形物	
	平均径(μm)	含有量(vol.%)
1	0.01	5
2	0.05	5
3	0.1	5
4	1	5
5	10	5
6	50	5
7	100	5
8	200	5
9	250	5
10	280	5
11	290	5
12	300	5
13	310	5
14	320	5
15	350	5
16	400	5
17	500	5
18	0.1	0.05
19	0.1	0.1
20	0.1	1
21	0.1	4
22	0.1	6
23	50	0.05
24	50	0.1
25	50	1
26	50	4
27	50	6
28	290	0.05
29	290	0.1
30	290	1
31	290	4
32	290	6
33	—	—
34	20	3

【0052】

No. 6 の研磨布の表面を電子顕微鏡に観察したところ、 1 cm^2 の領域内には、 $300\text{ }\mu\text{m}$ 以上の水溶性固形物は存在しないことが確認された。すなわち、

有機材料からなる非研磨性の母材中に分散された水溶性固形物の粒子は、複数個が凝集して大粒径の粒子を形成することなく、個々の粒子が単独で分散しているものと推測される。

【0053】

本発明の実施形態にかかる研磨布は、Cu ダマシン配線の形成に好適に用いることができる。

【0054】

図2は、本発明の一実施形態にかかる方法を表わす工程断面図である。

【0055】

まず、図2(a)に示すように、素子(図示せず)が形成された半導体基板100上に、無機絶縁膜101、および積層絶縁膜103、104を介して、バリアメタル膜105および配線材料膜106を堆積する。

【0056】

無機絶縁膜101には、W(タンゲステン)からなるプラグ102が埋め込まれている。積層絶縁膜は、比誘電率が2.5未満の第1の絶縁膜103と、この第1の絶縁膜上に形成され、比誘電率が第1の絶縁膜より大きい第2の絶縁膜104とから構成される。

【0057】

第1の絶縁膜103は、例えば、ポリシロキサン、ハイドロジェンシロセスキオキサン、ポリメチルシロキサン、メチルシロセスキオキサンなどのシロキサン骨格を有する膜、ポリアリーレンエーテル、ポリベンゾオキサゾール、ポリベンゾシクロブテンなどの有機樹脂を主成分とする膜、および多孔質シリカ膜などのポーラス膜からなる群から選択される少なくとも一種を用いて形成することができる。ここでは、LKD5109(JSR製)を用いて、2000Åの膜厚で第1の絶縁膜103を形成した。

【0058】

この上に形成される第2の絶縁膜104はキャップ絶縁膜として作用し、例えば、SiC、SiCH、SiCN、SiOC、SiN、およびSiOCHからなる群から選択される少なくとも一種の比誘電率2.5以上の絶縁材料を用いて形

成することができる。こうした材料からなる第2の絶縁膜104の表面は、疎水性を有する。ここでは、ブラックダイヤモンド（AMAT製）を用いて1000 Åの膜厚で第2の絶縁膜104を形成した。

【0059】

バリアメタル膜105および配線材料106は、上述したような積層絶縁膜103、104に配線溝Aを設けた後、スパッタリング法およびメッキにより全面に堆積される。バリアメタル膜105は、Ta₂Nにより膜厚200 Åで形成することができる、配線材料膜106は、Cuにより膜厚5000 Åで形成することができる。

【0060】

なお、図2（a）に示す例においては、バリアメタル膜105および配線材料膜106が設けられる絶縁膜は、第1の絶縁膜103と第2の絶縁膜104との積層構造であるが、単層の絶縁膜を用いてもよい。

【0061】

次いで、バリアメタル膜105および配線材料膜106の不要部分をCMPにより除去して、第2の絶縁膜104表面を露出した。CMPは、余分な配線材料膜106の除去（1stポリッシュ）および余分なバリアメタル膜105の除去（2ndポリッシュ）の2工程で行なった。

【0062】

（1stポリッシュ）

まず、以下に示す条件でCMPを行なって、図2（b）に示すようにバリアメタル膜105の表面を露出した。

【0063】

スラリー：CMS7303／7304（JSR社製）

流量：250 cc／min

研磨布：IC1000（ロデール・ニッタ社製）

荷重：300 gf／cm²

キャリアおよびテーブルの回転数は、いずれも100 rpmとして、1分間の研磨を行なった。ここでの研磨は、バリアメタル膜105で停止され、疎水性を

示す第2の絶縁膜104は露出されないので、従来の研磨布（IC1000）を用いて研磨したが、本発明の実施形態にかかる研磨布を用いることもできる。

【0064】

（2ndポリッシュ）

次に、第2の絶縁膜104上のバリアメタル膜105を研磨により除去して、第2の絶縁膜104表面を露出させる（タッチアップ工程）。

【0065】

まず、上述したように作製された34種の研磨布に対し、ブロッキーダイヤモンドドレッサー#80（ノリタケ社製）を用いて以下の条件でコンディショニングを行なった。

【0066】

ドレッサー圧力：100gf/cm²

（ドレッサー回転数）／（テーブル回転数）：20rpm／20rpm

水流速：300cc/min

コンディショニング時間：60秒

コンディショニング後における研磨布表面のフィールド部13の表面粗さは、1～3μmであった。

【0067】

タッチアップ工程では、1stポリッシュで被研磨面に生じたスクラッチを除去するとともに、1stポリッシュで生じたエロージョンや段差などを低減することが要求される。適切な粗さを表面に有し、かつ母材が適切な硬さを備えた研磨布を用いることによって、これを達成することができる。

【0068】

適切な粗さは、コンディショニングを行なうことによって形成される。通常、#50～500程度で粒度の制御されたダイヤモンドドレッサーを用いれば、母材の表面が機械的に引き千切られて、研磨布表面（フィールド部13の表面）の粗さRaを5μm以下程度とすることができる。コンディショニング後の研磨布の表面は、図1（b）に示したような状態となる。

【0069】

なお、従来のように空孔の平均径が大きい、あるいは割合が高い研磨布では、母材の領域が低減されるためにドレッシング中に变形しやすい。そのため、ドレッサーの機械的作用を十分に得ることができず、ドレッサーの番手に即した適切な表面粗さを得ることが困難であった。これに対して本発明の実施形態においては、母材中に分散される水溶性固形物の平均径および割合を所定の範囲内に規定しているので、適切な表面粗さを容易に得ることが可能となった。

【0070】

コンディショニングにより研磨布表面に形成された $5\mu\text{m}$ 以下の凹凸は、研磨中には、研磨圧力により押し付けられて潰れるため、凹凸は実質的にほとんど存在しないと考えられる。しかしながら、研磨圧力から開放されると表面の凹凸が回復し、粒径 $10\mu\text{m}$ 程度の粗大な研磨粒子を速やかに排除して、粗大粒子とならない研磨粒子（研磨に寄与する実効粒子）を保持することができる。

【0071】

粗大な研磨粒子を速やかに研磨布表面から排除してエロージョンを低減するために、研磨布の圧縮弾性率は、 $100\sim 600\text{MPa}$ 程度であることが好ましく、 300MPa 以上 600MPa 以下がより好ましい。

【0072】

上述したようにコンディショニングが行なわれたNo. 1～34の研磨布を用い、図2(c)に示すように第2の絶縁膜104の表面を露出した。

【0073】

研磨に当たっては、図3に示すように、トップリング303に保持された半導体基板302を、ターンテーブル300上に配置された研磨布301に、 $300\text{gf}/\text{cm}^2$ の荷重で当接させ、ターンテーブル300およびトップリング303をいずれも 100rpm で回転させた。研磨布301上には、スラリー供給口305からスラリー307を $200\text{cc}/\text{min}$ の流量で供給して、1分間の研磨を行なった。図3中には、研磨布301のコンディショニングを行なうためのドレッサー306および純水供給口304も、併せて示してある。

【0074】

スラリー307は、コロイダルシリカ（一次粒子径： 20nm ）5重量%を、

純水に分散させて調製した。さらに、pH調整剤としてのKOHを加えてpHを9程度とし、酸化剤としての H_2O_2 を0.1wt%、および添加剤としての乳酸を1wt%配合した。さらに、40℃の加熱を60分間行なって粒子の凝集を加速させたスラリーを調製した。得られたスラリーにおいては、粒径 $1\mu m$ 以上の粗大粒子が10000個/1cc以上存在することが確認された。タッチアップ工程で通常用いられるスラリーにおいては、粒径 $1\mu m$ 以上の粗大粒子の割合は100個/1cc程度である。本実施形態では、粗大粒子が著しく多量に存在している過酷な条件のスラリーを用いて研磨を行なうことにより、研磨布の効果を調べた。

【0075】

タッチアップ工程により、配線材料膜106は第2の絶縁膜104に埋め込まれ、ライン/スペース： $0.1\mu m/0.1\mu m$ の配線が形成された。この配線の表面を、KLA2139（KLA社製）により観察してスクラッチを調べた。また、ALPHA-STEP200（TENCOR INSTRUMENTS社製）を用いてエロージョンを調べた。得られた結果を、TaN研磨速度とともに下記表2に示す。

【0076】

【表 2】

表 2

研磨布 No.	スクラッチ (個/1cm ²)	エロージョン (Å)	TaN 研磨速度 (Å/分)
1	72	380	722
2	19	290	872
3	16	292	877
4	10	210	850
5	9	222	820
6	16	243	855
7	18	280	845
8	6	290	800
9	3	265	803
10	7	260	810
11	8	250	830
12	22	290	821
13	38	290	885
14	51	382	830
15	29	370	830
16	76	280	827
17	88	290	811
18	680	433	672
19	20	300	802
20	15	300	854
21	18	295	820
22	32	254	777
23	21	220	700
24	20	210	862
25	9	260	801
26	8	285	896
27	16	357	850
28	88	200	800
29	5	210	820
30	15	254	824
31	6	260	803
32	28	350	895
33	730	420	688
34	10	220	810

【0077】

被研磨面の 1 cm²の領域内においてスクラッチは 20 個以下、エロージョン

は 300 Å 以下であれば許容される。また、研磨の安定性という観点から、T a N の研磨速度は 800 Å/min 以上であることが要求される。

【0078】

上記表 2 に示されるように、平均径が 0.05 μm 以上 290 μm 以下の水溶性固形物を、0.1 体積% 以上 5 体積% 以下の割合で含有する研磨布 (No. 2 ~ 11、19 ~ 21、24 ~ 26、29 ~ 31、および 34) は、前述の判断基準を全て満たしている。

【0079】

粒径 1 μm 以上 290 μm 以下の水溶性固形物が 0.1 体積% 以上 5 体積% 以下の割合で含有された研磨布 (No. 4 ~ 11、24 ~ 26、29 ~ 31 および 34) の場合には、特に良好な結果が得られており、これは空孔の場合でも、さらには水溶性固形物と空孔とが同時に存在する研磨布においても、同様であると推測される。

【0080】

スクラッチ、エロージョン、および研磨速度の 3 項目全てを、より優れた範囲とするためには、母材中に分散される水溶性固形物の割合が 1 体積% 以上 4 体積% 以下であることが好ましい。また、研磨布のコンディショニング速度を適切な範囲内としつつ十分な寿命を確保するために、水溶性固形物の平均径は 1 μm 以上 100 μm 以下であることが、より好ましい。

【0081】

これに対して、母材中に分散される水溶性固形物の平均径および割合の少なくとも一方が本発明の実施形態の範囲から外れた場合には、スクラッチ、エロージョンおよび T a N 研磨速度の条件を全て満足することはできない。

【0082】

平均径が 0.05 μm 未満の水溶性固形物を含有する研磨布 (No. 1) を用いた場合には、スクラッチおよびエロージョンはともに顕著となり、十分に大きな T a N 研磨速度も得られない。

【0083】

一方、含有される水溶性固形物の平均径が 290 μm を越える研磨布 (No.

12～17)を用いた場合には、スクラッチが増加する。

【0084】

また、水溶性固形物が含有されない研磨布 (No. 33) では、スラリーや純水の濡れむらがみられた。長期的安定性を考えた場合、乾燥した研磨布表面に粒子が付着して、スクラッチを生じさせる懸念がある。水溶性固形物の割合が0.1体積%未満の場合 (No. 18, 23, 28) には、濡れを向上させるといった効果を得ることができない。一方、5体積%を越えると (No. 22, 27, 32)、一旦減少したスクラッチが増加する傾向にある。これは、水溶性固形物が過剰に存在していることにより、粗大粒子のトラップサイトが表面に多く存在するためと考えられる。

【0085】

また、前述したように、研磨布のコンディショニングは母材を機械的に引き千切るように行なわれる。このため、空孔や水溶性固形物が研磨布に多く存在すると、母材が大きなかたまりとして削り取られて、5 μm を越える大きな凹部が部分的に形成されるおそれがある。さらに、コンディショニング速度も大きくなるため、研磨布寿命も短くなってしまう。

【0086】

よって、本発明の実施形態において、研磨布中に分散される水溶性固形物の平均径は0.05 μm 以上290 μm 以下、その割合は0.1体積%以上5体積%以下に規定される。

【0087】

なお、コンディショニングにより研磨布表面に形成される微細な凹凸は、スラリー中に存在する粗大粒子の粒径を考慮して適宜選択することができる。すでに説明したように、スクラッチは、主として粗大粒子により被研磨面に形成されることから、研磨布がこうした粗大粒子を保持しなければスクラッチの発生を低減することができる。

【0088】

本発明の実施形態にかかる研磨布を用いた研磨は、STI (Shallow Trench Isolation) の形成に適用することも可能である。

【0089】

図4を参照して、これについて説明する。

【0090】

まず、図4(a)に示すように、CMPストッパー膜201が設けられた半導体基板200に溝を形成し、その上に絶縁膜202を堆積する。ここで、CMPストッパー膜201としてはSiNが用いられ、絶縁膜202としては、例えば、HDP(高密度プラズマ)法により成膜したSiO₂を用いることができる。CMPストッパー膜201としてはC(カーボン)を、また、絶縁膜202としては有機SOGなどの塗布型絶縁膜を用いることもできる。CMPストッパー膜201として用いられるCやSiNは、多くの場合、疎水性を有している。しかも、SiNはと電位がほぼ等電点であることから、CMPストッパー膜201は、研磨によりスクラッチが生じやすい。

【0091】

次いで、絶縁膜202の不要部分をCMPにより除去して、図4(b)に示すようにCMPストッパー膜201表面を露出した。CMP条件は以下のとおりとした。研磨布としては、有機材料としてのポリエステル中に平均径200μmの空孔が2体積%の割合で分散された発泡ポリエステル(No. 35)を用意した。

【0092】

スラリー：セリア粒子：0.5wt%+ポリアクリル酸：0.01wt+純水(pH6)

流量：／300cc/min

研磨布：No. 35

荷重：300gf/cm²

キャリアおよびテーブルの回転数は、いずれも100rpmとして、1分間の研磨を行なった。

【0093】

比較のために、IC1000を用いた以外は前述と同様の条件で、絶縁膜202の研磨を行なった。IC1000中には、平均径が約30μmの空孔が30体

積％程度の割合で分散されており、その圧縮弾性率は約 290 MPa であった。

【0094】

研磨後のストッパー膜 201 の表面を、KLA 2139 (KLA 社製) により観測した。その結果、IC1000 を用いた場合には、ストッパー膜 201 上のスクラッチ数は 88 個／ウェハーであったのに対し、No. 35 の研磨布を用いた場合には、2 個／ウェハーであった。このことから、本発明の実施形態にかかる研磨布を用いた研磨によって、スクラッチを著しく低減できることが確認された。

【0095】

なお、No. 2～11、19～21、24～26、29～31 および 34 の研磨布を用いて絶縁膜 202 の研磨を行なった場合も、同様の効果が期待できる。

【0096】

さらに、平均径および割合が所定の範囲内であれば、空孔と水溶性固形物とが母材中に同時に存在していてもよく、得られる効果に何ら影響を及ぼすことはない。

【0097】

【発明の効果】

上述したように、本発明の態様によれば、スクラッチおよびエロージョンを低減しつつ、高い研磨速度で被研磨面を研磨可能な研磨布、およびこれを用いた半導体装置の製造方法が提供される。

【0098】

本発明によれば、例えば、次世代で要求されるデザインルール 0.1 μ m 以下の配線を有する高性能・高速な半導体装置を製造することが可能となり、その工業的価値は絶大である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 研磨布の断面および表面の状態を模式的に示す概略図。

【図 2】 本発明の一実施形態にかかる半導体装置の製造方法を表わす工程断面図。

【図 3】 本発明の一実施形態にかかる半導体装置の製造方法を表わす概略

図。

【図 4】 本発明の他の実施形態にかかる半導体装置の製造方法を表わす工程断面図。

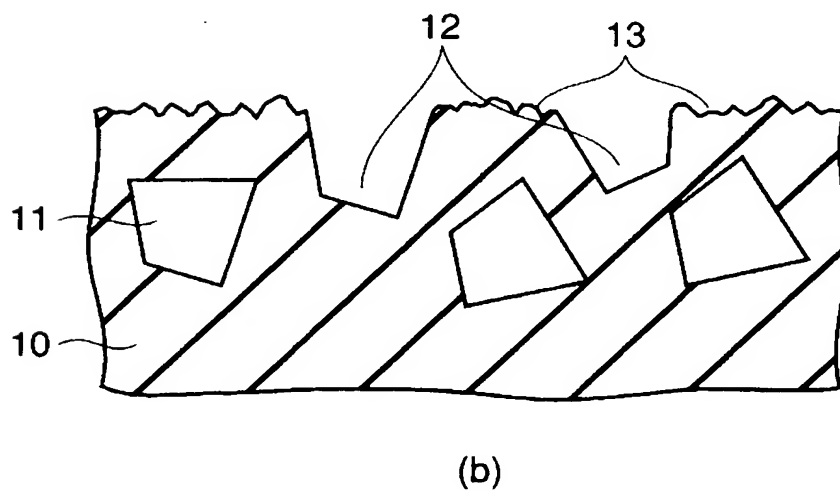
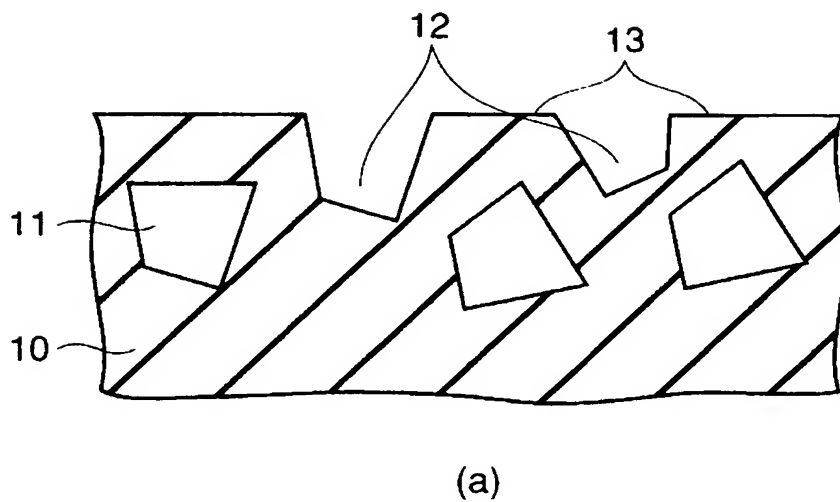
【符号の説明】

10…母材，11…機能付与領域，12…段差，13…フィールド部，100…半導体基板，101…絶縁膜，102…プラグ，103…低誘電率絶縁膜，104…キャップ絶縁膜，105…バリアメタル膜，106…配線材料膜，A…溝，200…半導体基板，201…CMPストッパー膜，202…絶縁膜，300…ターンテーブル，301…研磨布，302…半導体基板，303…トップリング，304…純水供給口，305…スラリー供給口，306…ドレッサー，307…スラリー。

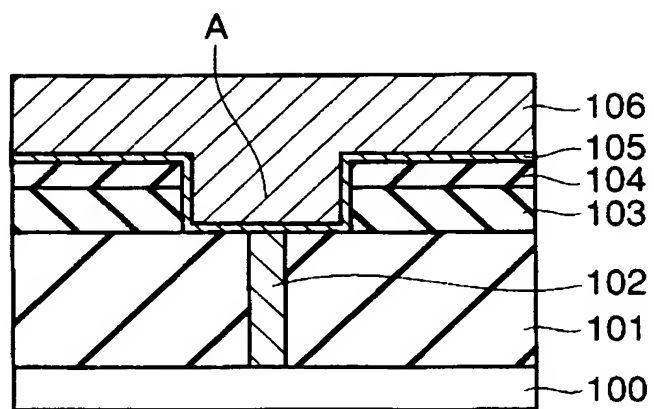
【書類名】

図面

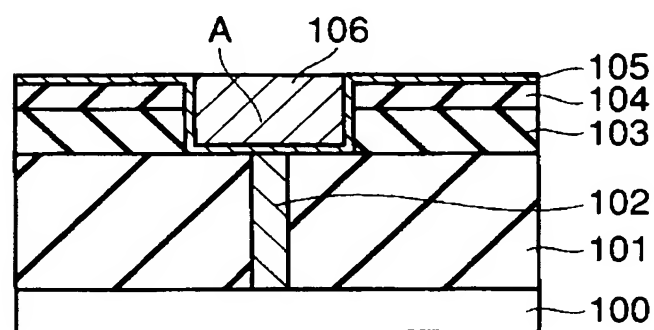
【図 1】



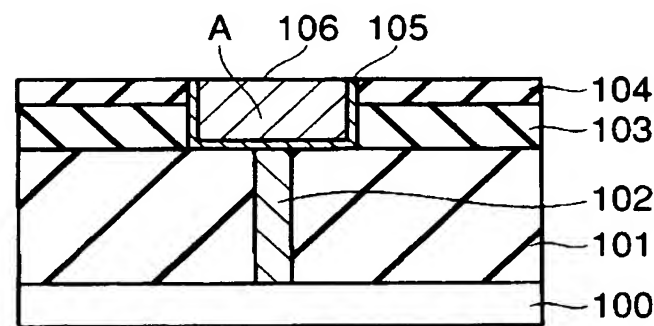
【図 2】



(a)

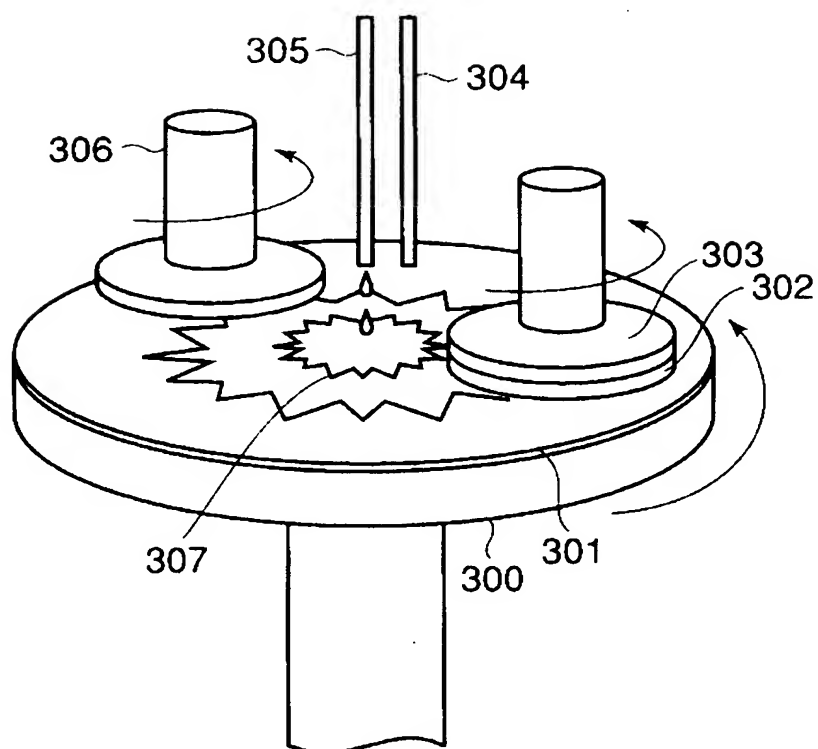


(b)

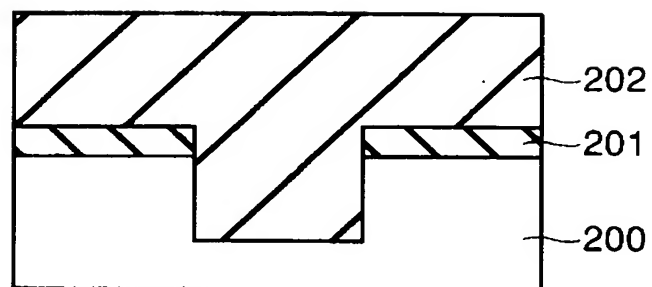


(c)

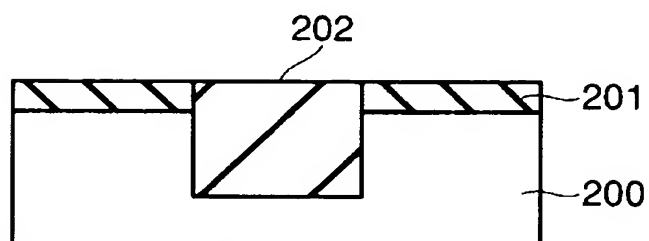
【図 3】



【図 4】



(a)



(b)

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 スクラッチおよびエロージョンを低減しつつ、高い研磨速度で被研磨面を研磨可能な研磨布を提供する。

【解決手段】 母材と、この母材中に 0.1 体積%以上 5 体積%以下で分散された平均径 0.05 μm 以上 290 μm 以下の空孔および凹部形成材の少なくとも一方からなる領域とを具備することを特徴とする。

【選択図】 なし

特願 2 0 0 3 - 0 2 9 5 6 0

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 3 0 7 8]

1 . 変更年月日

2 0 0 1 年 7 月 2 日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号

氏 名

株式会社東芝

特願 2 0 0 3 - 0 2 9 5 6 0

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 4 1 7 8]

1. 変更年月日 1 9 9 7 年 1 2 月 1 0 日
[変更理由] 名称変更
住 所 東京都中央区築地 2 丁目 1 1 番 2 4 号
氏 名 ジェイエスアール株式会社
2. 変更年月日 2 0 0 3 年 5 月 6 日
[変更理由] 住所変更
住 所 東京都中央区築地五丁目 6 番 1 0 号
氏 名 ジェイエスアール株式会社
3. 変更年月日 2 0 0 3 年 9 月 1 日
[変更理由] 名称変更
住 所 東京都中央区築地五丁目 6 番 1 0 号
氏 名 J S R 株式会社